

Objetos Para Aprender: Diseño, Construcción, Evaluación Formativa y Rediseño

Ricardo Ulloa Azpeitia

<p>Resumen</p>	<p>Se tiene la percepción de que existen innumerables opciones para emplear recursos didácticos tecnológicos en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, pero la frecuencia de su uso es bastante pobre, lo que representa una lamentable situación, dada la trascendencia de la materia. El uso de materiales digitales para presentar una diferente visión, como los llamados Objetos Para Aprender, puede ser un factor para incidir sobre la percepción de la materia por parte de los alumnos y por ende, su motivación. Parece poco arriesgado decir que si cambian los resultados de aprendizaje, en buena parte será debido al empleo de las TIC, lo que implica adecuar los modelos de enseñanza y aprendizaje, pues el mero uso de la tecnología no garantiza mejoras, más bien, se corre el peligro de cometer mayores crímenes didácticos con opciones educativas de mala calidad, mediadas por las innovaciones.</p> <p>Palavras chave: objeto para aprender, evaluación formativa, diseño instruccional</p>
<p>Abstract</p>	<p><i>There exists the perception that there are many options for using technological didactical resources for teaching and learning mathematics, but the frequency of their use is rather poor, which is a regrettable situation, given the importance of the discipline. The use of digital materials to present a different view, such as Learning Objects, may be a factor to influence students' perception about mathematics, and hence their motivation. It seems appropriate to say that if there is a change on the learning outcomes in large part will be due to the use of ICT, which involves adapting the models of teaching and learning, considering that the mere use of technology does not guarantee improvements, rather there may be the danger of committing major didactic crimes with educational options of poor quality, mediated by innovations.</i></p> <p>Keywords: Learning object, formative evaluation, instructional design.</p>
<p>Resumo</p>	<p><i>Existe a percepção de que existem inúmeras opções para utilizar recursos tecnológicos no ensino e aprendizagem da matemática, mas a extensão de seu uso é bastante pobre, o que é uma situação lamentável, dada a importância da questão. A utilização de materiais digitais para apresentar uma visão diferente, como os Ojetos Para Aprender, podem ser um fator para influenciar a tendência dos alunos para evitar a escolha de carreiras que os incluem. Parece seguro dizer que, se mudarem os resultados da aprendizagem, em grande parte é devido ao uso de TIC, que envolve a adaptação dos modelos de ensino e aprendizagem, pois a mera utilização de tecnologia não garante melhorias, uma vez que existe o perigo de se cometer erros didaticos graves com opções educacionais de má qualidade, mediadas por inovações.</i></p> <p>Palavras chave: Objeto para aprender, avaliação formativa, desenho</p>

	<i>para instrução.</i>
--	------------------------

Introducción

Cuando se observa la historia de cómo se han aprendido las matemáticas, se distingue que se busca resolver el problema de los pobres logros por parte de los estudiantes y poco a poco, parecen mejorar los resultados, pero al tiempo, los procedimientos empleados ya no funcionan, pues la sociedad evoluciona, entonces se debe cambiar de estrategia; las frecuentes adecuaciones curriculares de los últimos años, aparentemente apuntan en esa dirección.

La tecnología es agente de cambio y las innovaciones pueden generar modificaciones de paradigma. Sin vacilación, Internet es el centro de tales innovaciones. Después de originar cambios dramáticos en la forma en que la gente se comunica y hace negocios, con Internet es cada vez más realidad la transformación en la forma que aprende la gente.

Ahora es usual que los estudiantes consulten archivos durante la clase en su teléfono y empleen toda clase de instrumentos tecnológicos. Parece obligatorio para los docentes intentar no quedar muy atrás de ellos, pero también producir opciones al alcance de todos y no solo de los económicamente afortunados. Es notorio un cambio en la forma en que son concebidos, diseñados, desarrollados y distribuidos los materiales educativos.

Si bien, la docencia ha experimentado pocas modificaciones desde hace muchas décadas, el uso de la tecnología ha propiciado transformaciones que paulatinamente ganan presencia en las aulas. Una alternativa para incidir sobre la problemática ha sido construir ambientes de aprendizaje que incluyen directrices y apoyos, denominados Objetos Para Aprender (o de Aprendizaje, OPA).

Los OPAs encabezan la lista de posibles elecciones de tecnología para los años siguientes en cuanto a diseño, desarrollo y distribución de instrucción, debido al potencial que tienen para reuso, adaptabilidad y escalabilidad. En tiempos recientes se ha observado un cambio gradual, aunque relativamente lento, en la forma en que son presentados los contenidos de aprendizaje a los alumnos.

Estos objetos, posiblemente constituyen la opción que presenta más potencial de crecimiento en números absolutos, en razón de la gran versatilidad que tienen para el diseño, desarrollo y distribución de instrucción¹, además del enorme potencial que poseen de adaptación, reuso y escalabilidad.

La denominación en inglés, *Learning Object* suele ser traducido como Objeto **de** Aprendizaje. Se distingue la designación “*para aprender*”, i.e., ---que sirve para aprender, que apoya el aprendizaje-, en lugar de “**de** aprendizaje”. Esta denominación aquí se entiende como aquello que se aprende, por ejemplo, los objetos matemáticos, con la connotación de aquello que se aprende, el contenido a aprender.

¹ Se adopta como “**instrucción**” lo que propone el profesor o se indica en el OPA; cuando genera **aprendizaje**, entonces constituye “**enseñanza**”.

La idea de **objeto** es cuestionada en algunos medios, pues sugieren algo concreto de la realidad y proponen que simplemente deberían llamarse **recursos didácticos digitales**.

Una idea central alrededor del uso de OPAs es la posibilidad de que estudiantes y profesores puedan adaptar los recursos didácticos de acuerdo a sus propias necesidades, inquietudes, estilos de aprendizaje y enseñanza. Es decir no sólo se considera que los profesores sean los propiciadores del empleo de tales recursos, también pueden responder a iniciativas de los alumnos.

Esta característica permite sugerir que con los OPAs se propicia una educación flexible y personalizada. Las categorías en que se presentan son variadas, pueden incluir contenido multimedia, contenido instruccional, objetivos de aprendizaje, software instruccional, herramientas de software, etc., pero todas en formato digital, susceptibles de ser distribuidos vía internet.

Desde el ámbito del curriculum se conceptualiza a un OPA como la mínima estructura independiente que contiene un objetivo, una actividad dirigida a propiciar aprendizaje, un metadato y un instrumento de evaluación; el cual puede ser desarrollado con tecnologías de la información y comunicación (TIC's).

Conceptualización

OPA es un concepto derivado de la tecnología instruccional. Se define como "una entidad digital construida con directrices de diseño instruccional, que puede ser usada, reutilizada o referenciada durante el aprendizaje apoyado en la computadora con el objetivo de generar conocimientos, habilidades y actitudes en función de las necesidades del alumno". Existen diferentes matices respecto a su naturaleza, que varían en relación al marco teórico de quien la presenta. Debe insistirse que modernamente se sobrentiende que los OPAs deben ser dispuestos en internet.

Una clasificación definida en el ámbito de los trabajos elaborados por la comunidad de la Maestría en Enseñanza de las Matemáticas de la Universidad de Guadalajara (MEM), sugiere que el OPA más pequeño es el llamado *atómico*, que implica el desarrollo de una única actividad cognitiva, es decir, un solo **episodio didáctico**², lo que normalmente se espera ocurra en un lapso corto de tiempo, quizá unos 15 minutos. Dicho de otra manera, es la unidad mínima de aprendizaje, en formato digital, que puede ser reusada y secuenciada (Wiley, 2002).

Desde la perspectiva del modelo Aprendizaje Distribuido Avanzado (ADL, 2004), se establecen varios requisitos funcionales para el concepto de OPA, entre los que cobra especial protagonismo el de su reúso (Sicilia y García, 2003). En este sentido se manifiesta Polsani (2003), que incluye la reutilización en su definición: "Una unidad de contenido para aprender, independiente y completa, diseñada para ser usada en múltiples contextos instruccionales" (*An independent and self-standing unit of learning content that is predisposed to reuse in multiple instructional contexts*).

NETg sugiere una definición de tres partes: un objetivo de aprendizaje, una unidad de instrucción para enseñar el objetivo y una unidad de evaluación que mide el objetivo (L'Allier, 1998). Otra alternativa, un objeto de aprendizaje es una unidad

² **Episodio didáctico** es la unidad elemental de las experiencias de aprendizaje, abarca una interacción del estudiante con su medio, interacción pertinente al logro del objetivo propuesto.

mínima de aprendizaje con sentido pedagógico (Morales, García, Moreira, Rego, & Berlanga, 2005).

Una sencilla definición de OPA; es un recurso para aprendizaje electrónico, que implica la concurrencia de internet y diversos métodos de aprendizaje que son mejorados o facilitados por la tecnología. Puede observarse, que no existe acuerdo general sobre lo que se entiende por OPA. Al final, se incluye una lista no exhaustiva de bancos de objetos de aprendizaje, cuyo uso depende del tema que se desee encontrar.

Además de textos, los OPAs pueden incluir ligas a otros documentos, animaciones, videos, música, narraciones, efectos visuales y muy importante en términos del Marco Teórico, elementos interactivos.

Características

Suele resaltarse que un mismo OPA puede ser **modificado**, para usarse en otro contexto, pero también podría emplearse alguna de sus partes, para incorporarla a otro diseño. Esta característica proporciona un gran atractivo para su construcción, pues presupone un ahorro de recursos, tanto humanos, como materiales para las instituciones educativas y el hecho de que se hayan integrado bancos de OPAs (repositorios), que pueden ser fácilmente consultados en línea, potencia las posibilidades de interacción entre las diferentes comunidades académicas del mundo.

La característica de flexibilidad de los OPAs, denominada **interoperabilidad**, es entendida como la capacidad para integrarse en estructuras y plataformas diferentes, por ejemplo, Webexone, Learning Space, WebCt, Blackboard, Neobook, Wix, etc.

Por esa flexibilidad, es factible alejarse de la concepción lineal que predominó en la mayoría de los recursos didácticos tradicionales, así como en los primeros bosquejos de opciones digitales para apoyar el aprendizaje. Entonces, un profesor o un diseñador, puede tomar la sección que le interese de un OPA y usarlo tal cual, integrarlo a otra opción o adaptarlo a las necesidades de sus alumnos.

Un OPA puede ser integrado a su vez por varios OPAs, lo que constituye una forma de clasificación, i.e., el número de OPAs atómicos que abarca, lo que da una idea a los usuarios sobre los retos que representa su uso, lo que parece un importante metadato, i.e., información de referencia. Se comenta que usualmente los productos generados en la MEM, suelen incluir varios OPAs atómicos, pues difícilmente se conforman los autores con una obra sencilla.

Lo anterior tiene diferentes aristas, pues se enfocan en propiciar más aprendizaje, pero entonces, disminuye su **granulidad y flexibilidad**, lo que complica el que puedan usarse para construir otros OPAs, ya que deben ser divididos a tal fin, lo que también se estima como deseable, según la metáfora del Lego.

Existen elementos cuya caracterización es totalmente objetiva, tales como el nivel al que se dirige el OPA (elemental, medio, superior), el número de hipervínculos, etc. Otros son algo más complicados de determinar, como el mencionado número de OPAs atómicos que incluyen. También se agregan **metadatos** que permiten ubicarlos en la red o en los bancos donde son ubicados.

Los metadatos suelen incluir elementos como el tema principal, la estimación del tiempo requerido para completar las actividades que involucren a los contenidos, el número de diferentes medios que contiene (multimedia), la plataforma(s) en que puede usarse, el programa matemático en el que funciona bien, el ambiente en el que es posible trabajarlo, etc.

En torno a la idea de segmentos que pueden reutilizarse, se requiere generar una cultura de su empleo entre la gran masa de profesores, de manera que se atrevan a desmembrar los OPAs y rearmarlos de manera que den cuenta de sus intenciones instruccionales. Ésta sería una política que podría proporcionar beneficios considerables si se agrega que los OPAs fueran integrados como componentes independientes –según la metáfora del LEGO–, que facilite la separación, lo que aumentaría la eficiencia del desarrollo instruccional y disminuiría los tiempos necesarios para hacer adecuaciones.

Una característica deseable, adicional, para los OPAs es la **durabilidad**, en el sentido que sus contenidos puedan permanecer vigentes sin requerir de actualizaciones. Para el caso de matemáticas se tienen muchas posibles variaciones en términos del enfoque educativo que se pretenda incorporar, pero la lógica misma de la materia permite que los OPAs contruidos puedan ser empleados durante largo tiempo, lo que puede ser un incentivo para su elaboración y recibir apoyos oficiales.

Aspectos relacionados con el hecho de que la tecnología misma no se convierta en una carga cognitiva, son la **independencia y autonomía** de los objetos, con respecto de los sistemas desde los que fueron creados. Representan la cualidad de que la esencia de la disciplina no sea opacada por la importancia de aprender el manejo del medio tecnológico.

La versatilidad de un OPA es representada por la característica denominada **generatividad**. Determina la capacidad para desarrollar nuevos contenidos y OPAs adicionales derivados de él, así como para ser actualizados o modificados. La dimensión de esta cualidad está fuertemente vinculada a las posibilidades de colaboración que se derivan de la forma en que son contruidos los OPAs.

Dar cuenta de lo anterior, sugiere tener presente la característica de interoperabilidad. También es importante que los Centros de Auto Acceso (CAA's), que ahora existen en la mayor parte de las instituciones educativas, especialmente para el aprendizaje de idiomas, amplíen su cobertura para apoyar el aprendizaje de otras materias, particularmente de matemáticas, en razón de las estadísticas de bajo rendimiento que predominan en el país, para tal disciplina.

Los productos que se obtienen de los posgrados vocacionados hacia matemática educativa deberían constituir un vehículo a propósito, para posibilitar esa función de los CAA's, por ejemplo, muchos de los trabajos de tesis terminan sólo como evidencias que permitieron cumplir con un trámite burocrático para obtener el grado correspondiente, pero que son poco aprovechados por la comunidad, lo que representa un enorme desperdicio de recursos y talento.

Aunado a lo mencionado, es pertinente disponer de una estructura para garantizar su calidad, además de que agreguen metadatos para que los potenciales interesados aprecien su potencial. Independientemente de las diferentes ideas del porqué o para qué incluir matemáticas, se postula que la **principal función de éstas**

es resolver problemas y propiciar el desarrollo de pensamiento crítico, cualidad a buscar con los OPAs.

Plataformas para Aprendizaje

Otro elemento contextual que abona a favor del desarrollo de OPAs es la presencia cada vez mayor de Plataformas para Aprendizaje, que facilitan la distribución. Esto es notorio, no sólo para modalidades a distancia, sino para cualquier modalidad educativa, pues cada vez es más frecuente que los cursos presenciales sean apoyados con el empleo de opciones tales como, *Learning Space*, *WebCt*, *Blackboard*, *NeoBook*, *Wix* y *Moodle*, particularmente las dos últimas, en razón de la gratuidad de su empleo, aunque acarrear la necesidad de administración.

Mención aparte merecen las redes sociales, cada vez más empleadas por docentes para comunicación con los estudiantes, opciones que tienen enorme potencial cuyos alcances deben ser explorados e investigados formalmente por la comunidad.

Normas

Sistematizar la producción de OPAs, así como su accesibilidad, tanto para profesores como alumnos, tiene un gran potencial para mejorar los resultados de aprendizaje que lamentablemente ahora es poco aprovechado. Cada CAA podría viabilizar la mejoría y funcionar adicionalmente como un banco de OPAs, que pudiera ser consultado desde cualquier lugar.

Alrededor de la idea de sistematización y facilitar la adopción del enfoque de objetos para aprender, fue formado el Comité de Estándares para Tecnología de Aprendizaje (LTSC, *Learning Technology Standard Committee*, 2000a) del Instituto de Ingenieros Electrónicos y Eléctricos a fin de desarrollar y promover estándares de tecnología instruccional. El LTSC define los OPA como “cualquier entidad digital que pueda ser reusada para apoyar el aprendizaje apoyado en tecnología.”

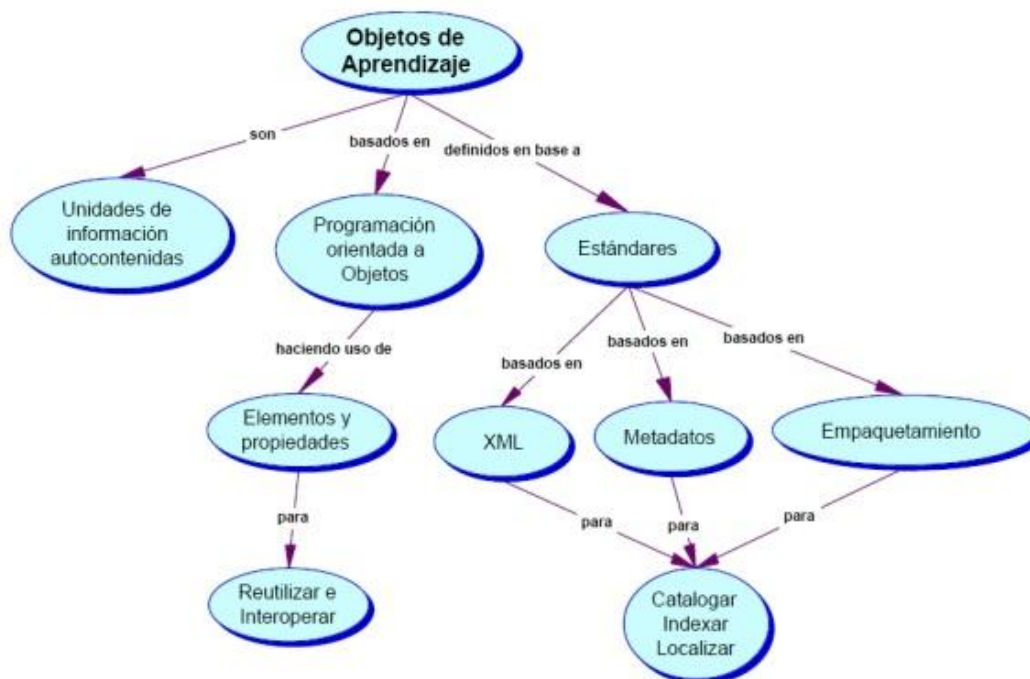


Figura 1. Caracterización de Objetos Para Aprender.

Esta parece ser una definición más amigable pues permite acotar el tipo de cosas a que se refiere –objetos digitales reusables para apoyar aprendizaje–.

La observación de los estándares permite que las diferentes instituciones, de cierto modo, aseguren la interoperabilidad de sus tecnologías instruccionales, específicamente, de sus OPAs. De manera semejante, se ha desarrollado en el viejo continente un proyecto denominado Alianza para Redes de Distribución y Autoría de Instrucción Remota para Europa (ARIADNE, Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe) con financiamiento de la Comisión de la Unión Europea (ARIADNE, 2000).

En Estados Unidos se ha trabajado un proyecto denominado Sistemas Gerenciales de Instrucción (IMSa, *Instructional Management Systems*), con financiamiento de EDUCOM (IMS, 2002a). Éstas y otras organizaciones han iniciado el desarrollo de estándares técnicos para apoyar un amplio desarrollo de OPAs.

Soporte Teórico

En el ámbito de la MEM, se considera que la actividad de los estudiantes es el elemento más importante para propiciar aprendizaje, por lo que con el diseño de los OPAs se intenta involucrarlos en ese sentido. Además, aunque los OPAs suelen ser autocontenidos, también se propicia otra cualidad constructivista, i.e., que tengan el potencial de generar diferentes tipos de interacción, con el profesor, con los compañeros, con elementos de la red, etc., además de propiciar procesos de visualización.

La visualización en matemáticas implica formar imágenes y usarlas efectivamente para el descubrimiento y el entendimiento matemático, así como considerar lo visual como un preludio hacia la abstracción de conceptos, con lo que se facilita al estudiante formar varios modelos de una situación de aprendizaje (Hitt,

1998). Se tiene presente la afirmación de Boltiansky: “en matemáticas todo es geometría.

Una orientación teórica específica para construir OPAs, se deriva de la teoría de Cambios de Registros de Raymond Duval (1993), que distingue entre un objeto matemático³ y su representación, i.e., existen muchas formas de representación para un mismo objeto matemático. Afirma que no puede haber comprensión matemática si no se distingue entre un objeto matemático y su representación, que toda confusión provoca una pérdida de comprensión a mediano o largo plazo (Espinoza y Vasconcelo, S.F.).

Al acto por medio del cual los individuos desarrollan un proceso comunicativo se le denomina **mediación semiótica**. Por tanto una función esencial de un OPA estriba en que incluya ambientes para que los estudiantes logren construir una o más representaciones acordes a las características de los objetos matemáticos que se pretende aprendan.

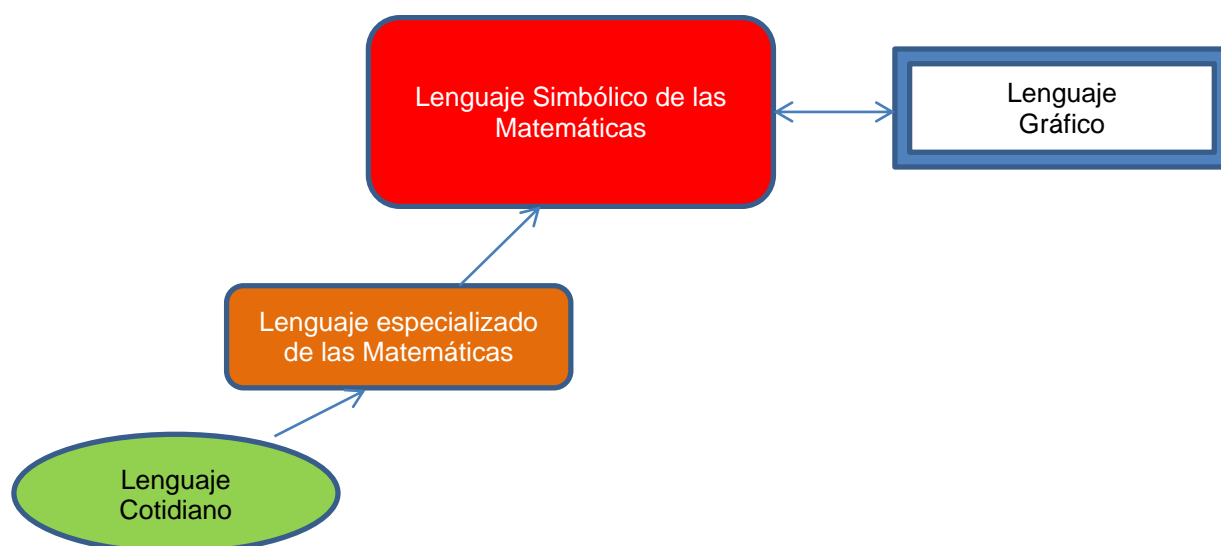


Figura 2. Problema de lectomatemática

Otro aspecto trascendente en el diseño de OPAs es el apoyo que pueden ofrecer para superar el problema de lectomatemática, i.e., la traducción del lenguaje cotidiano al matemático, que parece el más importante a superar, tanto por estudiantes, como por los profesores, pues la comunicación ha sido subestimada como factor a atender para superar las persistentes fallas en el aprendizaje de la materia. La clave estriba en ofrecer con los OPAs, un ambiente de aprendizaje que permita a los estudiantes una transición del lenguaje verbal, al sincopado y finalmente al simbólico, de manera que el proceso de semiosis⁴, ocurra de manera natural y no forzada, como suele ocurrir en las clases tradicionales.

La idea de superar la dificultad de construir modelos simbólicos para resolver problemas es central a la función del profesor, para la cual los OPAs son un apoyo

³ Un objeto matemático consiste generalmente en un conjunto y algunas relaciones matemáticas y operaciones definidas sobre este conjunto.

⁴ Semiosis, entendido como el proceso de negociación de significados de las representaciones y particularmente, de los símbolos matemáticos.

Con esta visión, los OPAs permiten generar una enorme variedad de posibles representaciones, cada cual con la posibilidad de responder a las necesidades de aprendizaje de alumnos con historias matemáticas y obstáculos particulares.

Sin embargo, existe un cierto número de teorías de diseño instruccional, aunque no hayan sido pensadas específicamente para ello, que permiten visualizar un panorama y apoyo para ordenar la construcción de OPAs. Por ejemplo, la Teoría de la Elaboración de Reigeluth (1999), el modelo de Cuatro Componentes de Diseño Instruccional de van Merriënboer (1997), y el modelo de Gibbons, Bunderson, Olsen y Rogers (1995).

Selección de Contenidos

En la figura se reflejan con flechas algunas posibles fuentes de dificultades que se interponen en los procesos de traducción mencionados. Por ejemplo, el concepto estratégico de función tiene polisemia, pues los entrevistados sugieren diversos significados, según se constató en diferentes estudios (Ulloa, Nesterova y Yakhno, 2012, p. 166), es confundida con la presentación de un circo, o de cine, entre otros, de manera que al encontrarlo en el contexto de las matemáticas origina confusiones que dificultan su aprendizaje.



Cuando se supera el obstáculo del paso del lenguaje cotidiano al especializado de las matemáticas surge la dificultad de traducir al lenguaje simbólico, se observa una resistencia a emplear las representaciones usuales en matemáticas (Noriega y Rosillo, 2011). Una posible explicación se tiene a partir del paralelismo que existe con el aprendizaje del idioma materno. Los bebés cuando inician el proceso de apropiación del lenguaje emplean palabras incompletas o construcciones que no cumplen con las reglas gramaticales, pero que causan simpatía y reciben una cierta recompensa por “sus gracias”, por lo que puede especularse que eso les motiva a seguir intentando avanzar en esos intentos.

Se percibe que existe una cierta negociación de significados que no resulta complicada, ni frustrante para los niños, ya que las muestras afectivas por sus esfuerzos posiblemente les resultan gratificantes. En cambio, el proceso de semiosis está comúnmente ausente en el proceso de apropiación del lenguaje matemático y especialmente del simbólico. A los estudiantes se les presenta un lenguaje acabado, sin opción a una construcción gradual, que se debe emplear sin posibilidad de equivocación. Los errores suelen costarles caros, muchas veces representan reprobación una materia y no extraño, desertar de la escuela o incluso, ser expulsados.

Se especula que el proceso para llegar al lenguaje simbólico pasa por traducir al lenguaje especializado de las matemáticas, pero existen indicios de que muchos estudiantes brincan directamente al lenguaje simbólico, en razón de la evidencia de que son capaces de resolver los procesos algorítmicos, pero cuando deben usarlos en la solución de problemas en palabras, fallan notablemente en el proceso de simbolización y por tanto, en la determinación del modelo matemático que les permite la manipulación con los algoritmos para obtener la respuesta.

Ese salto es un objeto de estudio que se planea atender en proyectos futuros. Es posible que existen procesos de memorización que ponen en juego, de manera semejante a como algunos parvulitos son capaces de sumar, sin tener todavía una idea concreta del concepto de número.

Una desventaja para los profesores con mucha juventud acumulada, es que ahora los bebés arriban al mundo con un chip integrado al pañal, sus vivencias están mucho más ligadas al empleo de nuevas tecnologías, aprenden a usar los fierros novedosos más fácilmente que los estudiantes de generaciones anteriores. Pero en contraparte, tienen la ventaja de la experiencia y el dominio de la materia (se espera), así como la competencia para escribir guiones para que los conocimientos matemáticos sean involucrados en actividades al alcance de sus pupilos.

En torno a la solución de problemas, labor del profesor es facilitar la traducción del lenguaje cotidiano al lenguaje especializado de las matemáticas y de allí, al simbólico y al gráfico. Trabajos clásicos como los de Polya (1945), Schoenfeld (1964, 1985), Duval (1993, 1995), por mencionar algunos, dirigen la atención hacia ese rumbo.

Sobre esas dificultades es que se pretende incidir con la construcción de OPAs eficaces para propiciar esos procesos de traducción. Es claro que existen épocas en el desarrollo cognitivo de los estudiantes cuando es más propicio desarrollar las estructuras de pensamiento lógico para ser competentes en la solución de problemas matemáticos, de manera que el proceso de semiosis debe ser provisto de un andamiaje que proporciona el OPA, en la forma de un ambiente de aprendizaje,

que además, idealmente debe proporcionar elementos lúdicos, que es algo a lo que están acostumbrados los alumnos al emplear las TIC's.

Diseño Instruccional

En función del tipo de objetivos a lograr, se pueden elegir diferentes tipos de modelo de diseño. La sistematicidad que se deriva de usar uno ya probado, abona a elevar las posibilidades de éxito del producto.

Enseguida se presenta una opción de diseño de OPAs:

1. Identificación del Episodio Didáctico (o bien, Secuencia Didáctica) ligada al objeto matemático, para el que se desea construir el OPA
2. Elaboración de un escrito en el que se describa lo que se pretende que aprendan los estudiantes.
3. Identificar en el texto términos esenciales o estratégicos, cuya interpretación puede ser potencialmente complicada para los estudiantes. La sensibilidad y experiencia de los docentes, son cualidades que posibilitan intuir qué elementos son los que dificultan el aprendizaje.
4. Crear ligas de los términos identificados en el paso anterior, a archivos en los que se define o aclara el sentido de esos términos. Lo desarrollado hasta esta parte representa la posible introducción al OPA.
5. Definir cómo se planea o se intuye lo que los estudiantes deben enfrentar para apropiarse del conocimiento deseado. Esto implica imaginar cuál sería el posible desempeño docente para propiciar ese aprendizaje. Por ejemplo, pensar en los nueve eventos de Gagné.
6. Distinguir los escenarios virtuales en los que podría desarrollarse el proceso de enfrentamiento a los estudiantes con el material a aprender, i.e., seleccionar los programas de cómputo o plataformas de trabajo en las que sería pertinente desarrollar el material necesario para incidir sobre los contenidos disciplinares seleccionados.
7. En caso de no tener una clara visión para llevar a cabo el paso anterior, revisar en internet las opciones disponibles sobre esos contenidos y seleccionar las secciones que podrían ser utilizadas en el propio OPA.
8. Escribir el guion (semejante al de una película) tentativamente definitivo de lo que aparecerá en el OPA, en cuál formato (video, animaciones, sonido, etc.).
9. Desarrollar lo previsto en el guion, ya sea que personalmente se construya el material o bien se busque apoyo de personal especializado en el empleo del medio (o medios) seleccionados. Es importante resaltar que la parte más importante de la actuación del profesor-diseñador es la elaboración del guion, pues no es de esperar que sea todólogo y necesariamente se obtendrán mejores productos con apoyo profesional.
10. Completada la primera versión del OPA, evaluar formativamente para obtener la mejor versión al alcance.

La elaboración del guion inicia por tener bien acotado el alcance que tendrá el OPA, cuáles contenidos matemáticos serán incluidos. Las siguientes indicaciones son pertinentes para cuidar su escritura:

1. Preferentemente elegir un contexto en el que las actividades que realizarán los alumnos tengan sentido y de ser posible, lúdico; mejor si se trata de una situación real, pero también es factible emplear simulaciones que resulten

atractivas. También procurar que propicien los diferentes tipos de interacción que sugiere el marco constructivista.

- 2.- Propiciar que la participación de los alumnos en las diversas actividades y tareas sea constante y vincularla con los procesos de evaluación.
- 3.- Adecuar la programación en términos de posibles alternativas para los alumnos como resultado de los logros que tengan para evitar que aquellos que avancen con mayor celeridad, lleguen a aburrirse de usar el OPA.
- 4.- Cuidar el empleo del lenguaje, para evitar que una mala interpretación cause que los estudiantes desarrollen actividades diferentes a las planeadas. Tener especial cuidado con la presencia de términos polisémicos.
- 5.- Cuidar la seriación de los contenidos a desarrollar, para evitar vacíos que puedan bloquear el avance de los estudiantes al no tener antecedentes para ligarlos.

Aspectos que contribuyen a hacer atractivas las producciones:

- Usar botones o ligas de hipertexto para navegar por el material
- Ubicar los botones en la misma posición en todas las páginas
- Usar colores e ilustraciones generosamente
- Pensar en bloques pequeños de información
- Espaciar las páginas con animaciones, sonidos y videos
- Dosificar los textos, tener presente la regla de 6 x 6. Párrafos largos son difíciles de leer en la computadora. Mucha gente omitirá leer bloques de texto extensos
- Propiciar interacción con alternativas para que los usuarios introduzcan textos o respuestas numéricas
- Incluir posibilidades para efectuar cálculos, hacer seguimiento de respuestas, realimentar, etc.

Notar que algunas opciones comerciales suelen incluir ejemplos que pueden usarse para empezar un OPA y con sugerencias sobre cómo usar las herramientas del programa.

Considerar que el material debe:

- (a) *obtener la atención de los alumnos*
- (b) *separar lo esencial de lo no esencial*
- (c) *establecer conexiones entre lo nuevo y lo que ya saben los estudiantes*
- (d) *propiciar repetición y repaso de la información*
- (e) *presentar el material de manera clara y organizada*
- (f) *enfocarse en el significado y no en la memorización.*

Construcción de OPAs

Se observa en muchos trabajos de tesis dirigidos al desarrollo de alguna alternativa didáctica que incluya el uso de las Tecnologías de la Información y comunicación (TIC's) un enfoque experimental (Moreno, 1987), mediante el cual se dispone de un grupo al que se aplica la innovación y un grupo de control, al que se ofrece el proceso de enseñanza usual y que se usa como contraste para determinar el efecto producido por tal.

Usualmente sucede que la diferencia observada puede no ser estrictamente causada por la alternativa. Además de las amenazas a la validez de una investigación, señaladas por Campbell y Stanley (2005), se ha notado que el grupo experimental recibe una atención cuidadosa, que va más allá de incluir como elemento distintivo el tratamiento con apoyo de las TIC's, de manera que casi siempre resulta que este grupo obtiene mejores resultados de aprendizaje que los observados en el grupo de control.

Además, es fácil caer en la tentación del efecto Pigmalión, i.e., ver lo que se espera o quiere que suceda. Para evitar esas circunstancias se diseñó un proceso sistemático que ha sido empleado en los trabajos realizados en la MEM, que representa diseñar, evaluar y rediseñar repetidamente el OPA. Implica la construcción de cinco versiones de la alternativa didáctica experimental, i.e., de los OPAs.

El sustento para construir estos materiales implica tener presente las distinciones institucionales que se atribuyen a los OPAs, aspecto que implica tomar una posición propia, pues como se mencionó, en la literatura se advierten diferencias notorias, pero pareciera que es mejor opción tomar una posición ecléctica-práctica, en el sentido de adoptar aquellas características que intuitivamente parecen lógicas para el logro de los objetivos que se persiguen, sin caer en situaciones que auto limiten los alcances del instrumento digital o caer en contradicciones.

Vinculada al proceso de construcción y validación de los OPAs se emplea un proceso de evaluación formativa (Ulloa, Pantoja y Nesterova, 2013), inspirado en la propuesta de Dick, Carey y Carey (2009), que implica diseño, desarrollo, implementación, evaluación y rediseño, en cuatro fases:

- a) con colegas, profesores y expertos en el tema del OPA,
- b) entrevista clínica con dos o tres estudiantes,
- c) con grupo pequeño de nueve estudiantes y
- d) con grupo normal, alrededor de 30 alumnos.

Esta metodología se lleva a cabo sistemáticamente en 25 pasos.

Etapas en el Diseño- Evaluación formativa- Rediseño de Objetos Para Aprendizaje (OPAs)

1. Escritura del proyecto e Investigación Bibliográfica. Definición del sustento teórico, tanto de la estructura, como respecto a los contenidos disciplinares.
2. Diseño Instruccional referido a los contenidos disciplinares. Se define cómo se presentará el material, dosificación, efectos a emplear, sonidos, música, animaciones, etc.
3. Diseño, escritura e implementación del material en formato digital, a ser incluido en el OPA. Definición de programas, plataformas y en general, medios que serán empleados. Se obtiene la primera versión.
4. Evaluación por el autor o autores del OPA, para constatar que cumple con las características atribuibles a un OPA

5. Elaboración de instrumentos para recabar la opinión de profesores y colegas investigadores.
6. Validación de los instrumentos de recolección de información por colegas e investigadores
7. Análisis del OPA por parte de profesores del tema y colegas.
8. Aplicación de encuesta y entrevistas a los profesores y colegas que experimentaron el uso del OPA, para obtener la información pertinente que se usará para mejorarlo
9. Procesamiento y análisis de la información obtenida en la fase anterior
10. Revisión del OPA e incorporación de los resultados pertinentes de la etapa previa, lo que incluye además, comprobar de nuevo que la propuesta cumple con las características atribuidas a un OPA. Se obtiene la segunda versión
11. Empleo del OPA por dos o tres estudiantes, mediante la estrategia de entrevista clínica
12. Procesamiento y análisis de la información obtenida en la fase anterior.
13. Revisión del OPA en consideración de los productos pertinentes de la etapa previa. Se obtiene la tercera versión
14. Empleo del OPA por un grupo de nueve estudiantes, bajo supervisión del investigador, con el empleo de una lista de observación semi-estructurada para recabar información sobre lo que sucede con los alumnos al emplear el OPA. Se eligen nueve para experimentar su uso por parte de tres pares de alumnos, así se obtienen datos de tres binas y tres que usan el OPA individualmente.
15. Aplicación de encuesta a los involucrados en la etapa anterior, para complementar la información sobre las cualidades del OPA
16. Procesamiento y análisis de la información obtenida en la etapa anterior
17. Revisión del OPA en consideración de los productos pertinentes de la etapa previa. Se obtiene la cuarta versión.
18. Empleo del OPA por un grupo de 30 estudiantes, bajo supervisión del investigador, con el empleo de una lista de observación semi-estructurada para recabar información sobre lo que sucede con los alumnos al emplear el OPA
19. Aplicación de encuesta a los 30 estudiantes, para complementar la información sobre las cualidades del OPA.
20. Procesamiento y análisis de la información obtenida en la fase anterior.
21. Revisión del OPA en consideración de los resultados de la etapa previa. Se obtiene la quinta y última versión.
22. Sistematización de la información obtenida.
23. Elaboración de conclusiones.
24. Escritura del reporte.
25. Difusión de resultados y publicación de OPAs en internet.

Evaluación de OPAs

Como se aprecia en lo anterior, el proceso de Evaluación Formativa más bien es una metodología para construir la mejor versión al alcance. Para evaluar OPAs, pueden emplearse criterios como los siguientes:

De forma:

1. Presentación general del curso
2. Objetivos o propósitos del mismo
3. Recomendaciones para trabajar el curso
4. Esquema del curso que refleje la organización de los contenidos

Cada unidad, objeto de estudio o bloque debe incluir:

1. Nombre del objeto de estudio o unidades
2. Objetivos de aprendizaje
3. Actividades de aprendizaje
4. Fuentes de información (Bibliografía, sitios de interés, etc.)
5. Producto de aprendizaje o trabajo con el que se evaluará la unidad, bloque u objeto de estudio
6. Y por último el producto de aprendizaje o trabajo final con el que se evaluará el curso.

Criterios estructurales:

a) Correspondencia entre:

- Objetivos del curso y los productos con que será evaluado
- Objetivos y criterios de evaluación
- Productos y contenidos
- Productos y actividades de aprendizaje
- Productos y criterios de evaluación
- Articulación en la secuencia de unidades de aprendizaje

b) Coherencia entre:

- Contenidos y diseño curricular (por competencias o de acuerdo a decisión del departamento)

c) Suficiencia y pertinencia:

- De las fuentes de información
- De las actividades de aprendizaje
- De los espacios de interacción

Elementos

- Contenido

- Meta-datos: Conjunto de atributos o elementos necesarios para describir el recurso en cuestión.
- Perfil de usuario
- Datos de administración
- Información externa
- Núcleo IMS (IMS Core)

Criterios de interactividad

Características:

- Claridad
- El insumo informativo data no más de cinco años de antigüedad
- Cantidad suficiente para realizar la actividad
- Claridad en la presentación del diseño
- Estética de la composición visual (color, animación y lenguaje)
- Creatividad
- Espacio de información
- Propicia la problematización
- Precisión en las indicaciones
- Contiene actividades y/o ejercicios interactivos
- Retroalimentación efectiva
- Procesos de evaluación incluidos (metacognición)

Experiencias

Como parte de un diseño instruccional, en los últimos tiempos los alumnos de la MEM, han experimentado OPAs contruidos como parte de las actividades de proyectos de tesis para obtener el grado, entre otros:

- Para el tema de ecuaciones de segundo grado, en el que los estudiantes vincularon gráficas dinámicas con la solución correspondiente.
- Desarrollo de métodos para resolver ecuaciones de grado superior (3º y 4º grado).
- Las cónicas.
- Procesos de factorización de expresiones algebraicas.
- Para aprendizaje de fracciones por futuros docentes de nivel primaria.
- Solución de desigualdades.
- Demostración de teoremas y problemas en circunferencias, en la materia de Geometría Euclidea.
- Aprendizaje de la derivada.

- Espacios Vectoriales.

Entre otros resultados se encontró que el empleo de OPAs facilita la introducción de los temas y propicia elementos para vincular diferentes contenidos, no sólo los que previamente se tenían, sino aquellos en proceso de construcción durante las sesiones lectivas. También se notó que motiva la curiosidad de los estudiantes, principalmente si el objeto para aprendizaje resuelve su necesidad de investigar.

Perspectiva

Existen muchas posibilidades de construcción de OPAs en el ámbito de las matemáticas, por lo que se planea impulsar su desarrollo, vinculados a las actividades que se realizan en la MEM. De igual manera se planea promover la existencia de un Centro de Auto Acceso que dé cabida a recursos para el aprendizaje de las matemáticas, particularmente de OPAs, al que se pueda asistir para recibir asesoría, pero también consultar en línea.

Existe una gran cantidad de Bancos de OPAs, también conocidos como repositorios, en diferentes latitudes, por ejemplo:

- Aproa: Aprendiendo con Repositorio de Objetos de Aprendizaje. Página: <http://www.aproa.cl>
- ARIADNE: A European Association open to the World, for Knowledge Sharing and Reuse. Página: <http://www.ariadne-eu.org>
- Careo: Campus Alberta Repository of Educational Objects. Página: <http://www.careo.org>
- LydiaLearn: LydiaLearn Exchanging Global Content. Página: <http://www.lydialearn.com>
- MERLOT: Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching. Página: <http://www.merlot.org>
- Universia: El portal de los universitarios. Página: <http://www.universia.net>
- VCILT LEARNING OBJECTS REPOSITORY, <http://vcampus.uom.ac.mu>
- Jorum, <http://www.jorum.ac.uk>
- Maricopa Learning eXchange, <http://www.mcli.dist.maricopa.edu/mlx>
- Wisconsin Online Resource Center, <http://www.wisc-online.com>
- Canada SchoolNet <http://schoolnet.ca> Más de 7000 recursos, incluye un sistema de búsqueda de metadatos.
- GEM <http://www.thegateway.org> Buscador de materiales educativos: Inktomi búsqueda sobre más de 26,000+ recursos.
- IMS DRI Spec. <http://www.imslobal.org/digitalrepositories/>
- UBP <http://www.educanext.org> Plataforma de comercialización de recursos bajo suscripción a nivel institucional.

No siempre se encuentran disponibles los Bancos, en ocasiones es necesario consultarlos en otro momento, algunos son bajados de la red al dejar de recibir los fondos necesarios para su funcionamiento.

Conclusiones

Como parte de las observaciones realizadas durante las investigaciones desarrolladas en el entorno de la Maestría en Enseñanza de las Matemáticas, se tiene que el empleo de OPAs por parte de estudiantes de secundaria, preparatoria, normal y licenciatura, les motiva a profundizar en el conocimiento de los contenidos

incluidos. En la totalidad de los proyectos se han observado mejoras cualitativas, aunque en algunos casos que se usó el método experimental, los resultados de aprendizaje no eran significativamente diferentes a los obtenidos por los grupos de control.

El simple hecho de que el empleo de los OPAs disminuya o evite el rechazo hacia el estudio de las matemáticas, destaca la importancia de incidir en su construcción y buscar mejorar los aspectos que contribuyan a elevar su eficiencia, i.e., propiciar el aprendizaje por parte de los usuarios.

Según observaciones, el empleo de OPAs facilita la introducción de los temas y propicia elementos para vincular diferentes contenidos, no sólo los que previamente se tenían, sino aquellos en proceso de construcción durante las sesiones lectivas. También se notó que motiva la curiosidad de los estudiantes, principalmente si el OPA resuelve su necesidad de investigar.

La adaptación y adopción de estándares internacionales puede representar una enorme ventaja para compartir OPAs generados en otras latitudes e incorporarlos a la propia cultura.

Parece prometedor el panorama que se vislumbra por el empleo de los diferentes paquetes de cómputo que permiten la construcción de opciones en multimedia. El trabajo docente cotidiano puede propiciar la construcción paulatina de OPAs, para la que puede incorporarse el talento de los mismos alumnos, que suelen tener capacidades amplias en el manejo de opciones de multimedia.

Un aspecto importante es ponderar la inversión cognitiva que acarrea el empleo de un OPA, tanto para profesores, como para alumnos. En ese sentido conviene precisar la figura del profesor como diseñador de guiones para construir OPAs y no como el experto en computación o *web-master* que hará el trabajo de traducir al ambiente computacional, las ideas pedagógicas plasmadas en el diseño. Claro que es necesario conocer las posibilidades del programa o paquete en el que se desarrollará el OPA, pero no necesariamente como responsable de la integración digital del guion, pues eso puede requerir enormes cantidades de tiempo que los docentes usualmente no tienen disponibles.

Considerar la participación de prestadores de servicio social o pagar servicios profesionales de expertos en el uso de programas, debería ser una acción cotidiana, pues existe un enorme potencial para comercializar los OPAs y recuperar la inversión, tanto a nivel personal, como institucional.

El hecho de que existe una buena aceptación por parte de autoridades e instituciones que apoyan el desarrollo de investigación, representa una oportunidad de obtener recursos para la construcción de OPAs que pueden tener enorme impacto en el contexto local. No obstante las confusiones que se observan en la Conceptualización de OPA, parece fuera de toda duda el enorme potencial que representa la construcción de OPAs para emplearlos en los cursos de matemáticas de cualquier modalidad.

El reto es responder a la calidad necesaria para que resulten opciones atractivas para los estudiantes, lo cual implica necesariamente una congruencia con el marco teórico que sustenta la construcción de estos recursos.

Referencias

- ADL. (2000). *Advanced distributed learning network website* [On-line]. Available: <http://www.adlnet.org/>
- ARIADNE. (2000). *Alliance of remote instructional authoring and distribution networks for Europe website* [On-line]. Available: <http://ariadne.unil.ch/>
- Campbell y Stanley (2005). *Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social*. Buenos Aires: Amorrortu.
- Dick, W., Carey, L. & Carey, J.O. (2009). *The systematic design of instruction*. Upper Saddle River, N.J.: Pearson.
- Duval, R. (1993). Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitive de la pensée. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*, 5:37-65 (IREM de Strasbourg).
- Ernest, P. (1997). Semiotics, Mathematics and Mathematics Education. *Philosophy Of Mathematics Education Journal* 10.
- Espinoza, L.L. y Vasconcelo, S.A. (S.F.). *Software multimedia Fracciónate*. Consultado el 3 de enero de 2006 en <http://ima.ucv.cl/lianggi/fraccionate/detalle.htm>
- Gibbons, A.S., Bunderson, C.V., Olsen, J.B., and Rogers, J. (1995). Work models: Still beyond instructional objectives. *Machine-Mediated Learning*, 5(3&4), 221-236.
- Hitt, F. (1998). Visualización matemática, representaciones, nuevas tecnologías y curriculum. *Revista Educación Matemática*, 10(1), 23-45.
- IMS. (2000a). *Instructional management systems project website* [On-line]. Available: <http://imsproject.org/>
- IMS. (2000b). *Instructional management systems project website* [On-line]. Available: <http://imsproject.org/imMembers.html>
- L'Allier, J. J. (1998). *NETg's precision skilling: The linking of occupational skills descriptors to training interventions* [On-line]. Available: <http://www.netg.com/research/pskillpaper.htm>
- Morales, E., García, F., Moreira, T., Rego, H., & Berlanga, A. (2005). Valoración de la Calidad de Unidades de Aprendizaje. *RED, Revista de Educación a Distancia*, III, 1-13, Universidad de Murcia: Recuperado de <http://www.um.es/ead/red/M3/morales35.pdf>
- Moreno, M. G. (1987). *Introducción a la metodología de la investigación educativa*. México: Ed. Progreso.
- Noriega, M. y Rosillo, L. (2011). Traducción del lenguaje verbal al lenguaje gráfico y simbólico con ayuda de Geogebra. En L. Guerrero (2011). *Investigaciones y propuestas 2011*. Colección Uso de tecnología en educación matemática. Morelia: AMIUTEM.
- Polsani, P. R. (2003). Use and Abuse of Reusable Learning Objects. *Journal of Digital Information*, Vol 3, No 4 (2003), Learning Technology Center, University of Arizona, USA.

- Reigeluth, C. M. (1999). The elaboration theory: Guidance for scope and sequence decisions. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional design theories and models: A new paradigm of instructional theory*. (pp. 5-29). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Sicilia, M. A, García E. (2003). On the Concepts of Usability and Reusability of Learning Objects, *International Review of Open and Distance Learning*, Octubre, 2003. Consultado el 5 de enero de 2005 en <http://www.irrodl.org/content/v4.2/sicilia-garcia.html>.
- Ulloa, R., Nesterova, E. y Yakhno, A. (2012). Uso de Objetos Para Aprendizaje en Lectomatemáticas: Textos Dinámicos. En F. Hitt y C. Cortés. *Formation à la recherche en didactique des mathématiques*. Longueuil, Quebec: Loze-Dion éditeur inc.
- Ulloa, R., Pantoja, R. y Nesterova, E. (2013). Modelo para construcción, análisis y rediseño de objetos para aprendizaje. En *Memorias VII Seminario Nacional de Tecnología Computacional en la Enseñanza y Aprendizaje de la Matemática "Edgar Gilberto Añorve Solano"*, Cd. Guzmán, Jal., septiembre 2013.
- van Merriënboer, J. J. G., (1997). *Training complex cognitive skills: A four-component instructional design model for technical training*. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.
- Wiley D, 2000, The Instructional Use of Learning Objects: Online Versión. 2000. En <http://www.reusability.org/read/>
- Wiley, D. (2002). Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy. Utah State University.

Autor:

Ricardo Ulloa Azpeitia, ricardo.ulloa@cucei.udg.mx; Coordinador de la Maestría en Enseñanza de las Matemáticas, Ing. Químico UdG, M. en C. Matemática Educativa, CINVESTAV, M. en C. Tecnología Instruccional, U. de Houston at Clear Lake, Dr. en C. Matemática Educativa, UAE Morelos-CINVESTAV

Líneas de investigación:

Problemas y procesos de aprendizaje, sistematización, evaluación y diseño curricular.

Desarrollo y aplicación de tecnologías educativas para el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas.